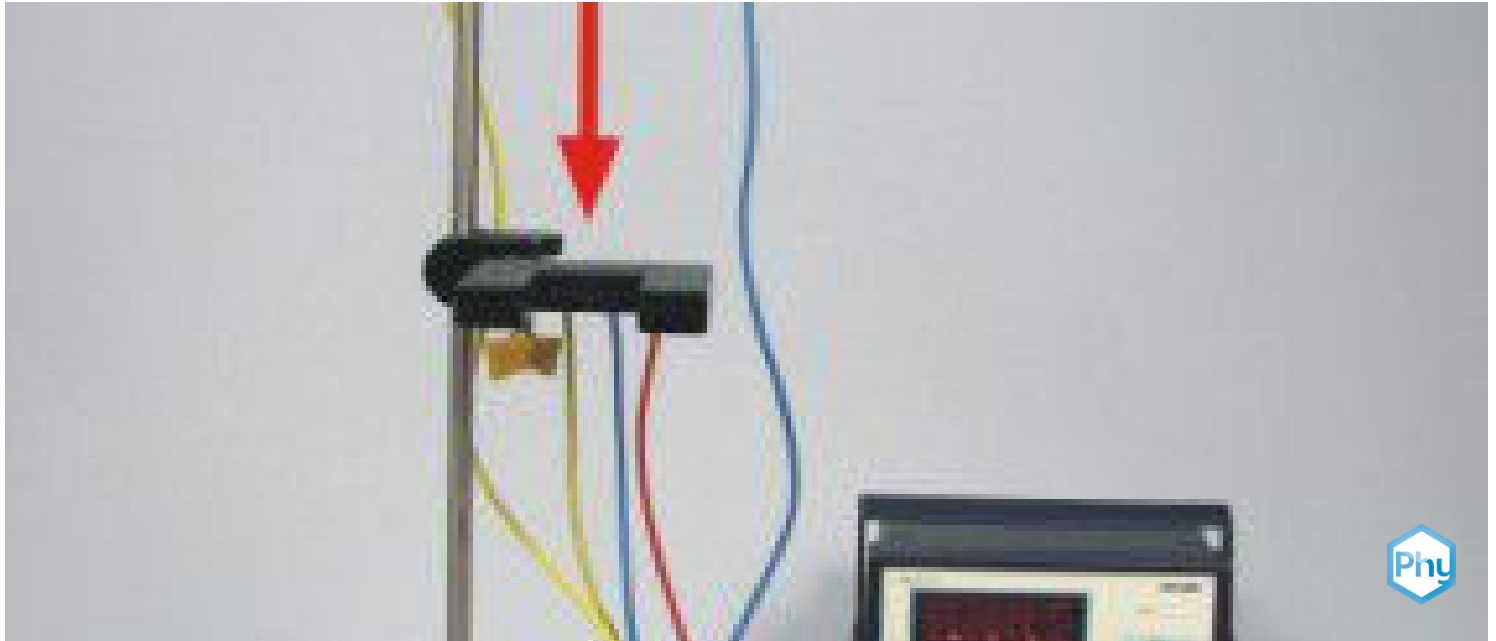


# Der Freie Fall mit dem Timer 2-1



Physik

Mechanik

Energieerhaltung &amp; Impuls



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

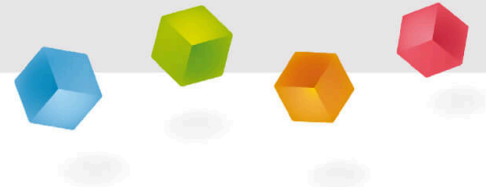
This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f200810a680cb0003fd1db2>

PHYWE

# Lehrerinformationen



## Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

Der freie Fall begegnet uns im Alltag überall dort, wo Dinge zu Boden fallen. Die Geschichte besagt sogar, dass Isaac Newton erst durch einen vom Baum fallenden Apfel auf die Idee seiner Theorien und Schlussfolgerungen zur Mechanik und Gravitation und deren Übertragung auf die Himmelsmechanik gekommen sei.

Je geringer jedoch die Dichte des fallenden Körpers und je größer seine Oberfläche, desto mehr wird aus dem freien Fall ein weniger stark beschleunigter, bzw. gebremster Fall. Im Vakuum hingegen fallen alle Gegenstände gleich schnell.

Die Erdbeschleunigung  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  ist keineswegs eine Konstante: Sie wird mit steigendem Abstand zur Erdoberfläche kleiner.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/2)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler sollten mit den Begriffen Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie potenzieller und kinetischer Energie vertraut sein. Sie sollten wissen, dass die Erdanziehungskraft aus der Erdbeschleunigung folgt. Des Weiteren sollten die Schüler mathematisch in der Lage sein, von einer Geraden die Steigung zu bestimmen und eine Dimensionsanalyse der gefundenen Steigung zu bewältigen.

### Prinzip



Die Masse der Stahlkugel erfährt im Gravitationsfeld der Erde eine konstante gleichgerichtete Kraft, die die Kugel gleichmäßig beschleunigt. Reibungseffekte an Luft sind im Rahmen dieses Versuches ebenso vernachlässigbar, wie der Auftrieb der Kugel durch die sie umgebende Luft.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/2)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler sollen in diesem Versuch die Erdbeschleunigung  $g$  experimentell bestimmen und erkennen, dass der freie Fall eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung darstellt.

### Aufgaben



1. Die Schüler lassen eine Stahlkugel aus einer Halterung fallen und messen die Fallzeiten für verschiedene Fallhöhen  $h$  mit Hilfe zweier Lichtschranken.
2. Sie untersuchen die resultierenden Messwerte für Fallstrecke  $h$  und Fallzeit  $t$  nach Gesetzmäßigkeiten, die die beiden Größen verbinden und berechnen aus ihnen schließlich Wert der Erdbeschleunigung  $g$ .

## Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE

## Schülerinformationen



## Motivation

PHYWE



Freier Fall im Freizeitpark

Der freie Fall erfolgt überall dort, wo ein Gegenstand aus einer bestimmten Höhe fallen gelassen wird. Dies gilt für einen Fallturm im Freizeitpark genauso wie beim Bungee-Jumping, Fallschirm sprigen oder dem Sprung vom 10-m-Turm im Freibad.

Wie du weißt hängt die Fallzeit von der Masse des fallenden Körpers und der Erdbeschleunigung ab. Zudem erfolgt im Allgemeinen eine Abbremsung durch den Luftwiderstand.

In diesem Versuch bestimmst du die höhenabhängigen Fallzeiten einer Kugel mit Hilfe zweier Lichtschranken, untersuchst die gegebenen Gesetzmäßigkeiten und bestimmst damit die Erdbeschleunigung.

## Aufgaben

PHYWE



1. Lass eine Stahlkugel aus einer Halteklammer fallen und miss die Zeit  $t$ , die die Kugel für die vorgegebene Fallhöhe  $h$  benötigt. Wiederhole den Versuch für verschiedene Fallhöhen.
2. Untersuche die Messdaten auf Gesetzmäßigkeiten, die die Messgrößen Fallhöhe und Fallzeit verknüpfen und bestimme aus den Messwerten die Erdbeschleunigung.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
2	Stativstange, Edelstahl, $l = 600$ mm, $d = 10$ mm	02037-00	1
3	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	2
4	Maßband, $l = 2$ m	09936-00	1
5	Kugelauslöseklammer	02505-00	1
6	Stahlkugel, $d = 19$ mm	02502-01	1
7	PHYWE Timer 2-1	13607-99	1
8	Gabellichtschranke compact	11207-20	1
9	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	1
10	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, gelb Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-02	2
11	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	2

## Aufbau (1/3)

PHYWE



Verschrauben der  
Stativstangen

Baue das Stativ auf.

Verschraube dazu die geteilten Stativstangen und befestige diese senkrecht im zusammen gesteckten Stativfuß.

Befestige eine Doppelmuffe ganz oben an der langen Stativstange und eine zweite auf halber Höhe darunter.

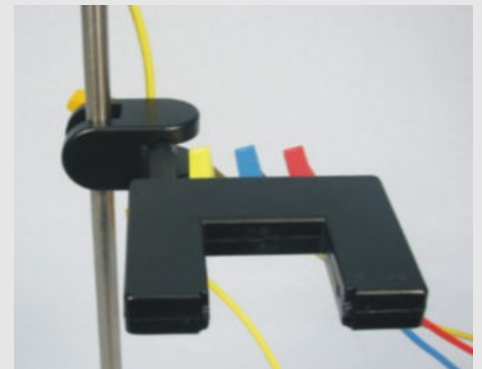
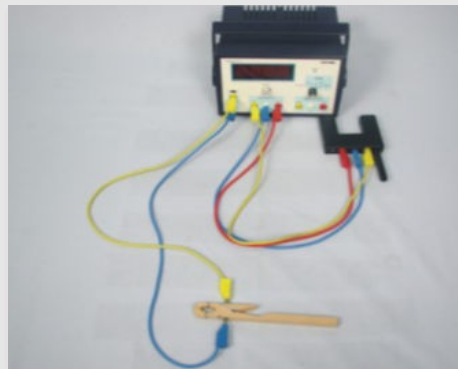
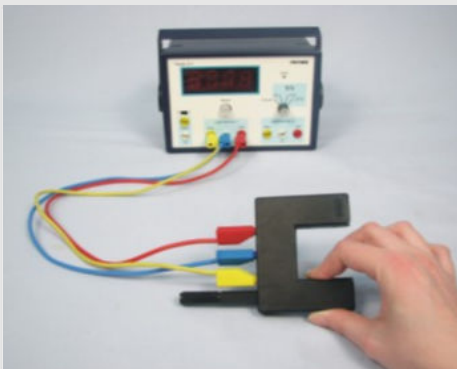


Doppelmuffen an Stativstange  
befestigen

## Aufbau (2/3)

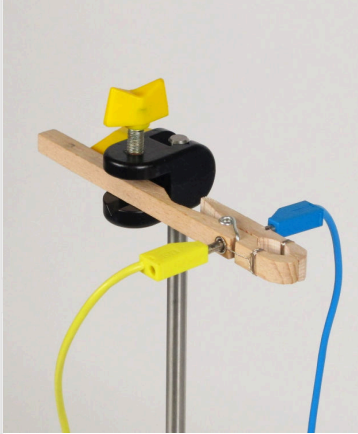
PHYWE

Schraube den Haltestiel an die Gabellichtschanke, so dass diese sich in der Doppelmuffe halten lässt. Verbinde die Lichtschanke mit dem Zeitmessgerät. Stecke ein gelbes und ein blaues Kabel an die Buchsen an der Klammer. Stecke die anderen Enden der Kabel in die beiden Buchsen in dem Feld "Start". Die Polarität spielt hier keine Rolle. Spanne die Lichtschanke waagrecht in die untere Muffe ein.



## Aufbau (3/3)

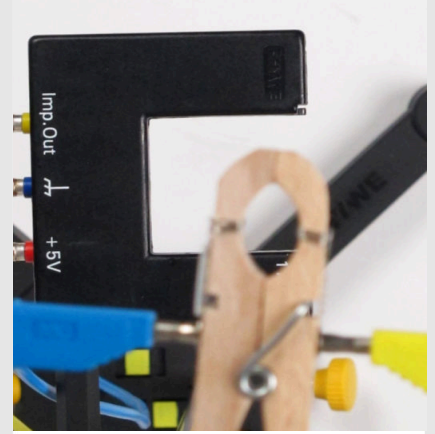
PHYWE



Klammer waagrecht in der Muffe einspannen

Spanne die Lichtschranke waagrecht in die untere Muffe ein. Das Halteloch der Klammer muss von oben gesehen mit dem Lichtstrahl der Lichtschranke in einer Flucht liegen. Stell am Zeitmessgerät den Schiebeschalter über dem Feld mit der Bezeichnung "Start" in die linke Position, so dass ein Öffnen des Stromkreises am "Start"-Eingang des Zeitmessgerätes die Stoppuhr startet.

Stell den Drehschalter am Zeitmessgerät auf die dritte Position von links. Dann zeigt das Zeitmessgerät die Zeit an, die zwischen dem Unterbrechen des Startstromkreises und der Lichtschranke verstrichen ist.



Halteloch der Klammer mit Lichtschranke fluchtend ausrichten

## Durchführung (1/2)

PHYWE



Versuchsaufbau

- Drücke vor jeder Messung die "Reset"-Taste am Zeitmessgerät erst nachdem die Kugel in die Klammer geklemmt wurde und die Kontakte des Startkreises geschlossen sind. Die Zeitmessung startet dann beim Öffnen des Stromkreises.
- Stelle mit Hilfe des Maßbandes den Abstand zwischen der Unterkante der Kugel in der Klammer und der Mittelnaht der Lichtschranke auf  $h = 7,5 \text{ cm}$  ein.
- Hinweis: Klemme die Kugel immer auf die gleiche Weise in die Klammer.

(Die untere Lichtschranke sollte in jedem Teilversuch noch so hoch montiert sein, dass Du die Kugel darunter mit der Hand auffangen kannst.)

- Öffne die Klammer nun möglichst schnell.



## Durchführung (2/2)

PHYWE

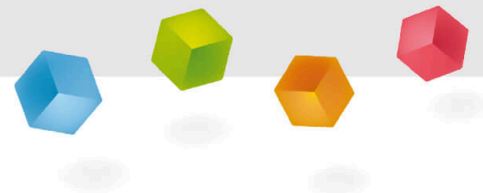


Versuchsaufbau

- Lies am Messgerät die Fallzeit ab um und trage sie in Tabelle 1 des Protokolls ein.
- Überprüfe, ob du bei wiederholter Messung die gleichen Werte erhältst. Wenn nicht, dann überprüfe, ob die Kugel richtig Kontakt hat und ob du die Kugel jedes Mal gleich einspannst.
- Wenn die Kugel den Lichtstrahl der unteren Lichtschranke nicht trifft oder das Lichtschrankengehäuse berührt oder du Zeiten größer als 0,5 s gemessen hast, dann justiere die Fallstrecke und wiederhole die Messung, bis du ein reproduzierbares Ergebnis bekommst.
- Ändere den Abstand von Unterkante Kugel bis zur Mittellinie der Lichtschranke nacheinander auf 10 cm, 15 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm, 45 cm und wiederhole die Zeitmessungen.

PHYWE

## Protokoll



## Tabelle 1

PHYWE

Trage die Fallzeiten  $t$  in die Tabelle ein.

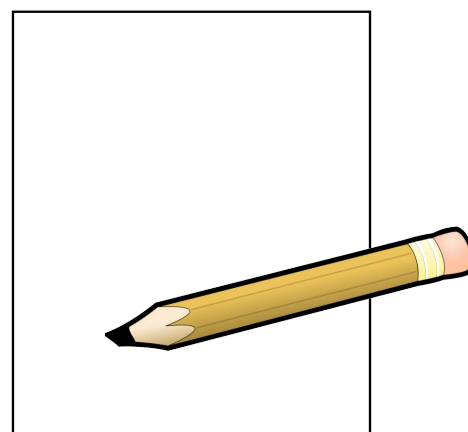
berechne dann daraus die quadrierten Fallzeiten  $t^2$  und trage sie ebenfalls in die Tabelle ein.

$h$ [cm]	$t$ [s]	$t^2$ [s <sup>2</sup> ]
7,5		
10		
15		
20		
30		
40		
45		

## Aufgabe 1

PHYWE

Nimm Dir nun ein Blatt Papier zur Hand, auf dem du ein Diagramm erzeugst. In diesem Diagramm stellst du die Höhe  $h$  ( $y$ -Achse) in Abhängigkeit des Quadrats der Fallzeit  $t^2$  ( $x$ -Achse) dar.



## Aufgabe 2

PHYWE

Betrachte die Messwerte. Welche Aussagen treffen zu?

- ☐ Die Fallzeit  $t$  wächst unterproportional mit der Fallhöhe  $h$ .
- ☐ Da sich die Fallzeit  $t$  bei einer Verdopplung der Fallhöhe  $h$  nicht auch verdoppelt, muss sich die Geschwindigkeit während des Falls ändern.
- ☐ Bei einer Vervierfachung der Fallhöhe  $h$  verdoppelt sich die Fallzeit  $t$ .
- ☐ Die Fallzeit  $t$  wächst überproportional mit der Fallhöhe  $h$ .

✓ Überprüfen

## Aufgabe 3

PHYWE

Zu Tabelle 1 wurde ein Graph erstellt, in dem die Fallhöhe  $h$  gegen das Quadrat der Fallzeit  $t^2$  aufgetragen wurde. Du solltest einen ordentlichen linearen Zusammenhang erhalten.

Untersuche die Dimension der Steigung  $k$  der Ursprungsgerade, also des Proportionalitätsfaktors zwischen  $h$  und  $t^2$  und wähle die richtige Einheit aus!

- ☐  $[k] = m/s$  - eine Geschwindigkeit.
- ☐  $[k] = N/m^2$  - ein Druck.
- ☐  $[k] = m/s^2$  - eine Beschleunigung.

✓ Überprüfen

## Aufgabe 4

PHYWE

Wie sähe ein Diagramm aus, in dem die Fallhöhe  $h$  gegen die Zeit  $t$  aufgetragen wäre?

- ☐ Es ergäbe sich ein wurzelförmiger Verlauf.
- ☐ Es ergäbe sich eine verschobene Parabel.
- ☐ Es ergäbe sich eine Ursprungsgerade.
- ☐ Es ergäbe sich eine Parabel durch den Ursprung.

☒ Überprüfen

## Aufgabe 5

PHYWE

Berechne den Zahlenwert der Steigung  $k$  aus der Ursprungsgeraden und trage ihn unten ein

$$k = \boxed{\phantom{000}} / s^2$$

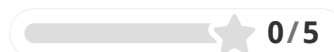
Bei einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung mit Beschleunigung  $a$  gilt für die bei einer Zeit  $t$  zurückgelegten Strecke  $s$  der Zusammenhang  $s = 1/2 \cdot a \cdot t^2$ .

In diesem Versuch stellt die Fallhöhe  $h$  die zurückgelegte Strecke  $s$  dar. Berechne mit dieser Information die Beschleunigung  $a$  und trage den Wert in das Fenster ein.

$$a = 2k = \boxed{\phantom{000}} s^2$$

Folie	Punktzahl / Summe
Folie 18: Rückschlüsse des Messwerte	0/3
Folie 19: Rückschlüsse des Diagramms	0/1
Folie 20: Überlegung zu $h(t)$	0/1

Gesamtsumme



Lösungen



Wiederholen



Text exportieren